Aus der Medizinischen Universitätspoliklinik in Tübingen.
Vorstand: Prof. Dr. Naegeli.

Untersuchungen mit dem neuen Sphygmobolometer nach Sahli.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Kgl. Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Karl Hartmann
aus Schorndorf.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

[1915]

Aus der medizinischen Universitätspoliklinik Tübingen
(Vorstand: Prof. Dr. Naegeli).

Untersuchungen mit dem neuen Sphygmobolometer nach Sahli.

(Mit 13 Kurven.)

Sonderabdruck aus dem Deutschen Archiv für klinische Medizin. 117. Bd.

I.

Sämtliche Qualitäten des Pulses, die heutzutage mit dem trägheitsfreien Sphygmographen in exakter Weise festgestellt werden können, und die ihrem Wesen nach auch schon vorher durch die bloße Fingerpalpation erkannt worden waren, sind Qualitäten des Druckablaufs der Pulswelle, und die sphygmographische Kurve ist eine Druckkurve. Der absolute Druck, der im Arterienrohre herrscht, spielt hierbei keine Rolle. Dieser wird wiederum für sich gemessen mit Hilfe des Tonometers, des „Blutdruckapparats" schlechtweg. Immerhin gehören diese beiden Methoden, Sphygmographie und Tonometrie, in eine engere Gruppe zusammen.

Eine zweite, ganz andere Seite des Pulsphänomens bestimmt der Plethysmograph, nämlich das Volumen, die Blutmenge, die mit einer einzelnen Herzkontraktion in eine gewisse Extremität geworfen wird.

Die dritte Funktion des Pulses endlich, seine Geschwindigkeit, der „Strompuls", wird gemessen mit dem Flammentachograph. Rein theoretisch wären damit alle Faktoren, die für die physikalische Betrachtungsweise in Betracht kommen, meßbar, und es müßte sich aus ihnen zusammen auch die Arbeitsleistung der Pulswelle einer bestimmten Arterie bestimmen und in absolutem Maß berechnen lassen. Es ist aber bekannt, wie schwierig und kompliziert jene Methoden zum Teil sind, und daß es an theoretischen wie praktischen Einwänden gegen dieselben nicht fehlt.

So ist es fast auffallend, daß das Sahli'sche Sphygmobolometer,

das nun schon seit einer Reihe von Jahren konstruiert und im Handel befindlich ist, nicht mehr beachtet und vor allem nicht praktisch erprobt worden ist. Mit ihm soll durch eine Untersuchung unmittelbar die Arbeitsleistung der Pulswelle — in der Regel des Radialpulses — bestimmt und in absolutem Maß, in gcm berechnet werden können. Mit Nachdruck ist auf den ganz fundamentalen Unterschied dieser gänzlich neuen Sahli'schen Methode gegenüber allen bisherigen Methoden hinzuweisen, insofern, als die Sahli'sche unmittelbar die wichtigsten, die dynamischen Qualitäten des Pulses untersucht, während bei allen anderen Methoden die statischen Verhältnisse fast ausschließlich in Betracht gezogen sind.

Zur Orientierung über das Prinzip des Apparates zitiere ich Sahli selbst (s. Lit.-Verz.): „Unter Sphygmobolometrie im allgemeinen versteht man die Messung der Arbeit oder des Energiewertes der einzelnen Pulswelle. Das Prinzip der pneumatischen Sphygmobolometrie ist folgendes: Man läßt die Energie des Pulses sich auf ein gemessenes, an das betreffende Arteriengebiet grenzendes Luftvolumen übertragen, indem man den Druck in dem Luftraum so weit steigert, bis die an einem möglichst trägheitsfreien Manometer (Indexmanometer) ablesbaren Druckschwankungen nach Erreichung ihres Maximums wieder anfangen abzunehmen. Der unmittelbar vor diesem Moment herrschende Druck wird als Optimaldruck, als Druck der optimalen Energieübertragung bezeichnet. Liest man nun die bei diesem Optimaldruck in dem Luftraum erzeugten Druckschwankungen an dem Indexmanometer ab, so kann man aus der Größe dieser Druckschwankungen und der Größe des pulsierenden Luftvolums die Arbeit der Pulswelle in absolutem Maße berechnen. Ist der ursprüngliche Luftgehalt des Systems bei Nulldruck bekannt, so kann das Volumen, bei welchem die Druckausschläge gemessen werden, aus dem zur Zeit dieser Messung bestehenden Druck nach dem Mariotte'schen Gesetz berechnet werden." Alles Nähere, insbesondere auch über die Formel, nach welcher die Resultate aus den abgelesenen Werten berechnet werden, siehe die Sahli'schen Originalarbeiten. Es kann natürlich keine Rede davon sein, daß mit dem Sphygmobolometer die „Herzarbeit", oder gar die „Herzkraft", d. h. also die Leistungsfähigkeit, im Sinne einer Funktionsprüfung direkt gemessen werden könnte. Das kann und will vor allem die Methode absolut nicht. Vielmehr soll sie lediglich gewisse Pulseigenschaften, und zwar freilich die wichtigsten, die von jeher der tastende Finger des Arztes mit seinen vielfältigen kombinierten Sinnesempfindungen wahrgenommen

und geschätzt hat, einigermaßen exakt und zahlenmäßig zur Feststellung bringen. Naturgemäß ist sie daher in ihren Resultaten mit abhängig von dem anatomischen Verhalten der betreffenden Arterie, vor allem ihrem Kaliber, sowie von dem Tonus der Vasomotoren, wohl auch von der physikalischen Beschaffenheit der Gefäßwand. Ganz dieselben Schwierigkeiten bestanden aber auch immer für die stets und von jedem Arzt angewandte Palpationsmethode. Indirekt und mit Kritik also — so zeigt die Erfahrung, — kann man doch die Messung von Pulsqualitäten zur Beurteilung der übrigen Kreislauftätigkeit verwenden.

Mit Hilfe einer exakteren instrumentellen Methode sollten gewiß die Ergebnisse weit besser sein als auf dem bisherigen Wege der digitalen Palpation.

Um in der Beurteilung der Theorie des Sphygmobolometers etwas Sicheres aussagen zu können, dazu bedarf es ohne Zweifel ausgedehnterer mathematischer und physikalischer Kenntnisse und Erfahrungen. Mir ist es daher unmöglich, auf die schon oben berührten mannigfachen Einwendungen näher einzugehen, die gegen dasselbe gemacht werden. Nur auf einen Punkt möchte ich hinweisen. Bei der Berechnung des Wertes in gcm wird neben dem vom Hg Manometer angezeigten Optimalenergieübertragungsdruck lediglich die Größe des Indexmanometerausschlages in Rechnung gezogen, ausgedrückt in der Längeneinheit von mm; eine andere Qualität, die sich sehr unterschiedlich präsentiert, wird vernachlässigt, nämlich die Geschwindigkeit, mit der der Index seine bestimmte Anzahl von mm in der Kapillare zurücklegt. Im einen Fall sieht man, wie sich, z. B. bei Frequenz von 72 und Ausschlagsgröße 0,6 cm, der Petroleumindex nur langsam vor- und ebenso wieder zurückschiebt, so daß man bei graphischer Darstellung wohl einen abgerundeten, mehr oder weniger flachen Bogen mit breiter Basis erhalten würde. Im anderen Fall schnellt der Index, bei gleicher Frequenz und gleicher Größe des Ausschlags, sehr rasch vor und zurück, oft so rasch, daß das Auge kaum zu folgen vermag, um die Strecke an der Skala richtig abzulesen. Wahrscheinlich entsprechen die beiden geschilderten Typen dem Pulsus tardus resp. celer der Sphygmographie. Nun erscheint es doch sehr naheliegend, daß die von den beiden Pulswellen geleistete Arbeit keine gleich große ist, trotz gleicher Frequenz und gleicher Ausschlagsgröße, weil nämlich die Zeiten verschieden sind, innerhalb derer der Weg zurückgelegt wurde, und zwar noch gegen einen sich ändernden, anwachsenden Widerstand. Der Faktor der Zeit

scheint also hierbei nicht genügend berücksichtigt, der doch bei Berechnung von Arbeitsleistung mit in Berechnung gezogen werden müßte (Arbeit = Kraft mal Weg durch Zeit).

II.

Im folgenden sind die praktischen Erfahrungen, die auf Grund von 400 bolometrischen Untersuchungen gemacht worden sind, mitgeteilt, sowie einige Vorschläge betreffs Umänderung der Apparatur gemacht. Es mag manches unwesentlich und nebensächlich erscheinen, erspart aber manchen Mißerfolg. Der Prospekt der Firma Büchi in Bern „Bolo“ 1913 gibt zunächst die nötige Anleitung.

Eine besondere Schwierigkeit macht es, das System immer gut luftdicht zu halten, zumal da der Druck bis zu 300 mm Hg ansteigen kann. Erkennbar ist die Undichtigkeit aus dem Sinken des Monometers, das gelegentlich so allmählich erfolgt, daß es nicht bemerkt wird.

Es muß daher nach Beendigung der Untersuchung der Nullpunkt beiderseits wieder erreicht werden und darf nicht höher stehen im Schenkel, der mit dem Monometer verbunden ist.

Um undichte Stellen aufzufinden, ist es am einfachsten, wenn man zunächst den zur Pelotte führenden Schlauch abklemmt, sodann an alle verdächtige Stellen, in erster Linie also überall da, wo Glas und Gummi aneinanderstoßen, mit dem in Wasser getauchten Finger 1—2 Tropfen Wasser anbringt. Steigert man nunmehr den Druck, so sieht man an der undichten Stelle deutlich kleine Luftbläschen aufquirlen. Per exclusionem läßt sich so auch die Spritze und die Pelotte kontrollieren. Noch deutlicher und zuverlässiger kann man Undichtigkeiten nachweisen, wenn man eine dünne Gummiarabicumlösung an die Übergangsstellen bringt. Austretende Luft treibt den Gummi zu großen Blasen auf.

Zur Vermeidung der Undichtigkeiten wird im Prospekt Alkoholdichtung empfohlen. Hierbei ist aber sehr wesentlich, daß durch die häufige Berührung mit Alkohol die Schlauchenden, die ohnedem durch das viele Auseinandernehmen und Wiederzusammensetzen des Apparats ganz außerordentlich leiden, nur noch rascher brüchig und unelastisch werden. Man muß die Schläuche dann kürzen, wodurch eine sehr unliebsame Umrechnung sämtlicher Tabellen nötig wird, da ja die Luftmenge des Systems verringert worden ist. Die größte Erleichterung und Vereinfachung wäre eine feste Verbindung der Schläuche mit den Glasteilen. Man müßte dann freilich darauf verzichten, mit einer anderen Pelotte, wie sie dem Sphygmobolometer beigegeben ist, noch tonometrisch zu arbeiten. Doch würde dies den Vorteil in keiner Weise aufwiegen. In allem Übrigen bedeutete es eine sehr vorteilhafte Vereinfachung, wenn der Apparat nicht bei jedem Gebrauch zuerst umständlich zusammengesetzt und nachher wieder auseinandergenommen werden müßte. Das Futteral könnte ohne Schwierigkeiten entsprechend gebaut werden. Die Spritze müßte freilich immer in aufgezogenem Zustand belassen werden, doch könnte sie auch so ohne Vergrößerung des Futterals in demselben Platz finden. Ich bin nach kurzer Zeit in der Weise verfahren, daß ich die

Schläuche nie mehr abnahm von den Glasteilen, und habe mich dabei sehr gut befunden, trotz der Unannehmlichkeit, daß das Futteral, so wie es jetzt gebaut ist, dann nicht mehr ganz geschlossen werden konnte.

Auch die Spritze konnte ich nicht unbedingt praktisch finden. Ihre Graduierung ist überflüssig; auch wird sie leicht undicht, und wenn man sie so fest zuschraubt, daß sie wirklich vollkommen dicht wäre, so geht sie mit Vorliebe ruckweise, was bei der Untersuchung recht störend ist. Es schien mir zweckmäßig, anstatt der Spritze einen einfachen Gummiballon zu verwenden, der mit dem Schlauchsystem aus einem Stück gefertigt, d. h. gar nicht abnehmbar wäre, ähnlich wie die Pelotte auch.

Als Notbehelf zur Herstellung einer guten Dichtung kann auch Gummi arabicum Verwendung finden. Man trägt ihn an den betreffenden Stellen auf und läßt ihn 24 Stunden trocknen. Das Verfahren ist nicht hübsch, aber, wenn man keinen Schlauchwechsel eintreten lassen kann oder will, auch bei gröberen Defekten sehr brauchbar.

Einen recht wichtigen Teil der Untersuchung bildet das Anlegen der Manschette. Im allgemeinen wird man sie viel leichter zu locker als zu fest anziehen. Besonders das Auftreten eines nur kleinen Ausschlags am Indexmanometer, der dann auch bei stark gesteigertem Druck lange fast unverändert bestehen bleibt, spricht in der Regel für zu geringe Anspannung der Manschette. Andererseits darf freilich auch nicht so fest angezogen werden, daß eine deutliche Cyanose an der Hand auftritt; bei sehr starker Hypertonie gerät man hierbei nicht selten in ein unangenehmes Dilemma. Der im Prospekt empfohlene Kniff, durch Dorsalflexion der Hand die Manschettenspannung zu regulieren, hat sich mir nicht so sehr bewährt. Die Radialis verschiebt sich schon bei sehr geringer Stellungsänderung des Handgelenks sehr leicht, gleitet auch eventuell unter die Sehne des Flexor carpi radialis hinunter, und sowie sie nicht der Pelotte im größten Durchmesser derselben anliegt, verändert sich bereits die Größe des Indexausschlages. Eher schien es mir manchmal von Wert, die Finger, die ich in der Regel in zwangloser Mittelstellung halten ließ, passiv etwas zu strecken oder zu beugen. Durch ersteres wird die Radialis mehr an die Oberfläche gedrängt. Auch hierbei muß man vorsichtig sein und jede wesentliche Muskelspannung an der Hand vermeiden, da dadurch natürlich auch der Radialpuls beeinflußt würde. Um vollständige Entspannung und zwanglose Lage des Unterarms herbeizuführen ist es, bei Untersuchungen im Sitzen, meist vorteilhaft, den zu Untersuchenden etwas erhöht zu setzen. Liegt derselbe zu Bett, so ist das meistens eine Erleichterung, es ist aber auch da immer darauf zu achten, daß der Arm nie vollständig gestreckt, sondern immer zwanglos im Ellenbogen abgewinkelt ist, und in der Olekranongegend gut aufliegt. Die Manschette selbst ist nicht zu weit distal anzulegen, besonders bei starker Entwicklung der distalen Radiusverdickung, da die Druckplatte sonst nicht richtig in Wirkung treten kann. Nicht selten kommt es vor, besonders wenn die Haut sehr feucht ist, daß Hautfalten zwischen die Metallteile der Manschette eingeklemmt werden. Solange man noch nicht genügend Übung hat, um dies zu vermeiden, läßt man am besten den Patienten mit zwei Fingern der anderen Hand, die dicht proximal von der Metallzwinge fest auf die Haut aufgesetzt werden, die

Haut proximalwärts verschieben und anspannen, wodurch weitere Faltenbildung unmöglich gemacht wird. Stark entwickelte, pralle Weichteile am Unterarm scheinen festeres Anziehen der Manschette zu erfordern, man erhält dann auch annehmbare Ausschläge. Dagegen kann es sehr störend sein, wenn die Radialis von Natur aus schon zu einem Teil unter der Sehne des Flexor carpi radialis gelagert ist, man kann dann nur schwer einen genügenden Ausschlag bekommen. Gar nicht selten sieht man sich genötigt, die Manschette mehrmals von neuem anzulegen, bis man das Optimum herausgefunden hat. Vielleicht wäre es vorteilhaft, die vorliegende Manschette durch eine andere zu ersetzen, nach Art der beim Tonometer nach Riva Rocci gebräuchlichen, aus Gummi, von einer unnachgiebigen Hülle umgeben, durch Luftdruck in Spannung versetzbar.

Bei der Neubildung des Meniscus, wenn der Index das Ende der Kapillare erreicht hat, empfiehlt es sich weniger, denselben durch Schütteln zu zersprengen. Besser ist es, den Index einfach vollends in die obere Ampulle zu drücken, wo er sich rasch von selbst auflöst, und dann durch Senkrechtstellen der ganzen Kapillare das Petroleum an den Wänden herablaufen zu lassen, oder aber, durch Zurückziehen des Stempels den Index in toto gleich in die untere Ampulle zu befördern, nun den Stempel wieder beliebig hochzudrücken, und dann den Index wieder neu zu bilden. Das letztere Verfahren ist das einfachste. Die beiden genannten Verfahren haben außerdem den Vorzug, daß die Kapillare nicht so ausgedehnt mit der Hand angefaßt werden muß, wie beim Schütteln. Ganz ungeeignet zur Untersuchung sind naturgemäß inäquale Pulse, ebenso stark irreguläre, da sie auch gewöhnlich inäqual sind.

Die Ablesung des Minimaldrucks ist bei pathologischen Fällen, mit sehr großem Ausschlag, oft ganz überraschend leicht, und die Grenze, wo die kleine oscillatorische Schwankung in den deutlich meßbaren Ausschlag übergeht, ganz genau zu bestimmen. Aber bei Normalen fiel es mir häufig sehr schwer, eine bestimmte Grenze anzugeben, da der Übergang nur ganz allmählich erfolgte. Es ist verhältnismäßig schwierig, die Größe des Indexmanometerausschlages mit der wünschenswerten Genauigkeit abzulesen, besonders, wenn ein stark schnellender Puls vorliegt und der Petrolindex außerdem aus irgendeinem Grund auch im ganzen nicht am gleichen Platze sich bewegt, sondern etwas wandert (geringe Erwärmung der Ampulle oder ähnliches). Man muß zugeben, daß man sich da um 0,2, ja wohl auch um 0,5 mm versehen kann. Die Folgen hiervon sind aber relativ sehr beträchtlich, besonders bei höheren Werten des Übertragungsdruckes; es entspricht nämlich bei einem optimalen Übertragungsdruck von 220 einer Ausschlagsdifferenz von 0,25 mm eine Resultatdifferenz von 0,8 gcm, einer Ausschlagsdifferenz von 0,5 mm eine Resultatdifferenz von 1,5 gcm! Je höher also die Übertragungsdrucke, desto größer die Ungenauigkeit.

Weniger stark fallen die Unterschiede im optimalen Übertragungsdruck ins Gewicht. Freilich ist auch hier oft genug die Grenze recht wenig scharf, und beim Ablesen zeigt sich häufig bei einer Druckänderung von 5—10 mm Hg keine fast merkliche Veränderung im Indexausschlag. Bei der Berechnung der Unterschiede aus der Tabelle ergibt sich nun, daß bei einem Indexausschlag von 3 mm eine Differenz im

Druck von 20 mm Hg, also eine ganz beträchtliche, doch im Resultat nur 0,5 gcm Differenz ausmacht, bei einem Ausschlag von 5 mm allerdings auch schon 0,8 gcm. Sind die Ausschläge klein, so kommt die absolute Höhe des Drucks, in der die Differenz liegt, nur wenig in Betracht. Handelt es sich aber um wesentlich größere Ausschläge, wie sie auch nicht selten sind, z. B. 10 mm, so bekommt auch eine mäßige Druckdifferenz, und bekommt auch die absolute Höhe eine beträchtliche Bedeutung: Bei Ausschlag 10 mm macht eine Druckdifferenz von 20 mm Hg, wenn sie zwischen 140 und 160 gelegen ist, 1,67 gcm, wenn sie zwischen 200 gelegen ist, 2,84 gcm Differenz im Resultate aus.

Nimmt man diese beiden Fehlerquellen zusammen, so sieht man, daß auch recht beträchtliche Unterschiede in den Resultaten lediglich durch technische Schwierigkeiten verursacht werden können. Doch ist andererseits zu betonen, daß die Fehler durchaus nicht immer so groß ausfallen müssen, die Ablesung ist häufig ganz klar und einfach, so daß Fehler über 0,75 gcm nicht entstehen dürften. Es müssen eventuell mehrere Messungen dann vorgenommen werden bei verschiedener Manschettenspannung. — Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei mittleren Drücken die Fehler 0,75—1 gcm, bei hohen Drücken 2—3 gcm als äußerstes Maximum nicht überschreiten dürften. Dabei ist sehr zu betonen, daß in der großen Mehrzahl der Fälle die Fehlergröße ganz beträchtlich hinter diesen extremen Maximalwerten zurückbleibt.

Bei der Berechnung der Resultate aus den abgelesenen Werten verfuhr ich nach der neueren Methode (s. Prospekt „Bolo 7“, p. 14). Es wurde — natürlich zu wiederholten Malen — die Eichung des Instrumentes vorgenommen, und der Wert W bestimmt = Hg-Wert eines Indexausschlages von 1 cm für den Skalenanfang und einen Ausgangsdruck von 100 mm Hg W betrug für unser Instrument 0,64. Nun wurde X = Hg-Druckwert von 1 cm Indexausschlag im Anfang der Skala für die einzelnen Ausgangsdrücke, für sämtliche Drücke berechnet. Da W doch für jedes Instrument wieder etwas anders ausfallen wird, sehe ich von einer Wiedergabe der Tabelle für X, sowie der übrigen Tabellen ab. Da nun (Prospekt p. 5 und 6), $A = V \cdot \Delta \cdot F$ ist, wobei A = Arbeit, V = Volum des geschlossenen luftdichten Systems, Δ = dem Produkt aus X und dem jeweiligen Indexausschlag, F = dem ganzen komplizierten Formelwert ist, kann man durch Ausführung sämtlicher Multiplikationen mit Ausnahme der mit dem sich jeweils ändernden Faktor des Indexausschlages eine Tabelle herstellen von Werten für sämtliche Drücke, die dann nur noch mit dem eben genannten Indexausschlag jeweils multipliziert zu werden brauchen. Damit erhält man das Endresultat in gcm.

Die hier wiedergegebenen Kurven sind nicht alle in ganz gleicher Weise hergestellt. Überall jedoch bedeutet ein Punkt immer eine sphygmobolometrische Messung. Die Höhe der Kurve entspricht der Anzahl gcm, abzulesen an der Skala links außen. Quer oben herüber stehen die Zeiten, alles Nähere ergibt sich aus den speziellen Bemerkungen im Text (s. unten). Außer der bolometrischen Hauptkurve ist überall noch eine zweite eingezeichnet, mit unterbrochenen Strichen. Sie stellt die unter Berücksichtigung der Pulsfrequenz modifizierten Werte dar. Es wurde dabei so verfahren, daß die Frequenz von 72 Schlägen pro Minute

als Norm angesehen wurde, auf die alle Werte reduziert wurden, so daß also beispielsweise bei einer Frequenz von 96 der bolometrische Wert mit $^4/_3$, bei einer Frequenz von 66 mit $^{11}/_{12}$ multipliziert wurde. Sehr Wesentliches scheinen diese Kurven nicht auszudrücken; sie betonen nur vielfach die Schwankungen der Hauptkurve noch weit entschiedener, indem sie deren Höhepunkte noch weit überragen, während sie in die Senkungen gleich tief mit hinabsteigen. Sämtliche Pulszählungen sind im Sitzen, in der Regel vor und nach der bolometrischen Untersuchung vorgenommen worden.

III.

Zehn Mitglieder eines hiesigen Sportvereins wurden vor und nach einem Wettlauf untersucht. Der Lauf ging über eine Strecke von 5000 m in mäßig kupiertem Gelände, und wurde von den zehn Untersuchten in der recht guten Zeit von ca. 17 bis 19 Minuten ausgeführt. Eine ernsthafte Schädigung hat sich keiner zugezogen, wenigstens hat sich bis heute nichts Derartiges herausgestellt. Auch dürfte es sich im ganzen um Gesunde handeln, da sämtliche schon früher Sport trieben. Die bolometrischen Kurven zeigen Unterschiede, die vielleicht sich als charakteristisch erweisen für das Kreislaufsystem der Betreffenden.

Die Teilnehmer waren folgende:

Nr. I. 22 jähr. Student, vom Militär nach $^1/_2$ Jahr entlassen wegen Diphtherie, 62 kg schwer.
Nr. II. $15^1/_2$ jähr. Gymnasiast, $57^1/_2$ kg schwer.
Nr. III. 17 jähr. Geometer, 64 kg schwer.
Nr. IV. 20 jähr. Feinmechaniker, 67 kg schwer.
Nr. V. 17 jähr. Realschüler, 65 kg schwer.
Nr. VI. 18 jähr. Verwaltungsbeamter, 60 kg schwer.
Nr. VII. 20 jähr. Student, 64 kg schwer.
Nr. VIII. 24 jähr. Student, 75 kg schwer.
Nr. IX. 20 jähr. Buchhändler, gedient, 71 kg schwer.
Nr. X. 24 jähr. Kaufmann, gedient, 72 kg schwer.

Der Blutdruck, jeweils vorher und nachher gemessen, verhielt sich folgendermaßen: Nr. I 145 (vorher) — 145 (nachher); Nr. II 125—125; Nr. III 130—140; Nr. IV 115—118; Nr. V 130—130, Nr. VI 120—120; Nr. VII 125—125; Nr. VIII 120—120; Nr. IX 120—120; Nr. X 130—125.

Man sieht nun sofort, daß bei einem Teil die Kurve horizontal verläuft — Gleichbleiben der Werte —, bei einem anderen Teil steigt sie an — Größerwerden des zweiten Wertes —, und bei einem dritten Teil senkt sie sich — Abnahme des zweiten Wertes. Die Zeiten zwischen der Rückkehr und Untersuchung des Läufers sind in Minuten ebenfalls auf der Kurve eingetragen. Diejenigen Kurven, welche unter Berücksichtigung der Pulsfrequenz hergestellt sind, mit unterbrochenen Strichen gezeichnet, weisen sämtlich einen Anstieg auf, mit Ausnahme

von Nr. X. Die oben verzeichneten Tonuswerte wurden mit dem Apparat nach Riva Rocci bestimmt; wie man sieht, sind wesentliche Änderungen kaum eingetreten. Diese Geringfügigkeit der Tonusänderungen beweist, daß sie es **nicht** oder nur zum Teil sein können, welche die Veränderungen der bolometrischen Werte bedingt haben, sondern daß dies durch andere Faktoren, sei es nun Volum- oder Stromgeschwindigkeitsänderung, geschehen sein muß.

Kurve 1.

Wettrennen über 5000 m. Je einem Läufer entspricht eine Spalte. Vor und nach dem Lauf fand eine Untersuchung statt (je ein Punkt, durch einen Strich mit dem anderen verbunden). Nr. I—VI gute Reaktion. Nr. VII unsicher, da seine Differenz innerhalb der Fehlergrenze. Nr. VIII—X deutliche Versager (Sinken des zweiten Wertes).

Zu betonen ist nun, daß ich über das Resultat selbst während und unmittelbar nach der Untersuchung keineswegs im klaren war, um so weniger, da ja immer noch eine kleine Berechnung für jeden Wert stattzufinden hat. Drei Läufer äußerten sich, daß sie die Sache fast übermäßig angestrengt habe und extrem erschöpft seien. Einer hatte auch schon öfters Abusus in Nikotin und Alkohol sich zu schulden kommen lassen. Der andere war so erschöpft, daß er nie mehr mitmachen wollte. Zu meiner eigenen Überraschung zeigte sich nachträglich, daß gerade bei den genannten drei Läufern die Kurve einen absteigenden Verlauf aufwies. Unter Mitberücksichtigung der Pulsfrequenz freilich zeigen auch ihre Kurven noch eine mäßige Tendenz aufwärts — mit Ausnahme von Nr. X, die am meisten erschöpft gewesen war.

Daß die gefundene „Minderwertigkeit" immerhin keine sehr bedeutungsvolle zu sein braucht, geht unter anderem daraus hervor, daß z. B. Nr. VIII schon eine Stunde nach Vollendung des Laufes ein Fußballwettspiel als Schiedsrichter leitete, was immerhin auch einige körperliche und geistige Anstrengung bedeutet. Mehr als eine gewisse Aufgeregtheit und Gereiztheit, die ja auch anderweitig bedingt sein konnte, war jedoch hierbei nicht zu konstatieren. Es ist vielleicht die Funktion der Frequenzvermehrung, welche vikariierend eintritt und eine akute Dekompensation vermeiden läßt.

Weitere Untersuchungen an Normalen konnte ich ausführen an den Mitgliedern eines hiesigen Rudervereins. Insgesamt untersuchte ich drei Leute je 3 mal, und vier weitere je 10 mal, mehrere Einzeluntersuchungen an weiteren Mitgliedern bleiben unberücksichtigt. Es war mir hierbei von Interesse, erstens, zu sehen ob die Normalwerte, d. h. die vor besonderen Ruderanstrengungen gewonnenen, sich im Laufe des Trainings etwa wesentlich verändern würden, und zweitens, wie das bolometrische Ergebnis nach der einzelnen Fahrt ausfallen würde im Vergleich mit dem unmittelbar vorher gewonnenen. Während bei den Läufern die Hauptleistung mit den Beinen gemacht wurde, fiel hier die Arbeit überwiegend den Armen, weitgehend aber auch der gesamten übrigen Muskulatur zu (Rennboote mit Rollsitzen!). Die erste Untersuchung erfolgte ganz kurz vor dem Beginn des Trainings Dieses wurde in üblicher Weise streng durchgeführt, unter genauer Regelung des Tageslaufs, des Schlafes, unter Alkohol- und sexueller Abstinenz, unter Vermeidung anderweitiger besonderer Anstrengungen. Gerudert wurde zunächst einmal täglich, früh morgens, später zweimal, in der letzten Zeit des Trainings immer morgens die ganze Rennstrecke, 2000 m in vollem Tempo, abends noch in mäßigem Umfang zur technischen Übung. Außerdem wurden täglich 1000 m gelaufen.

Die Teilnehmer waren folgende:

Nr. I. 30 jähr. Kaufmann, gedient, Radialis mäßig geschlängelt und rigide; gut gebaut, muskulös. Sehr ruhiges Temperament. Im Viererboot an erster, anstrengendster Stelle sitzend. Tonus 130.

Nr. II. 21 jähr. Kaufmann, noch nicht gedient, etwas schmächtig, aber gut gebaut. An vierter, leichtester Stelle sitzend. Tonus 130.

Nr. III. 26 jähr. Geometer, früher einige Jahre in Südafrika gewesen, damals angeblich auch recht nervös gewesen. Sehr muskulös, sehr gut gebaut. Zeigte nach den Fahrten manchmal leichte Inäqualitäten. Tonus 130. An zweiter Stelle.

Nr. IV. 25 jähr. Kaufmann, gedient, kräftig gebaut, Gesichtsausdruck auf Adenoide weisend, zu Schweißen und Akrocyanose neigend, weite Lidspalte, respiratorische Arythmie. Tonus 115.

Nr. V. 18 jähr. Kaufmann, schmächtig, klein; deutliche Irregularität. Vor einigen Jahren Diphtherie überstanden. Tonus 140.

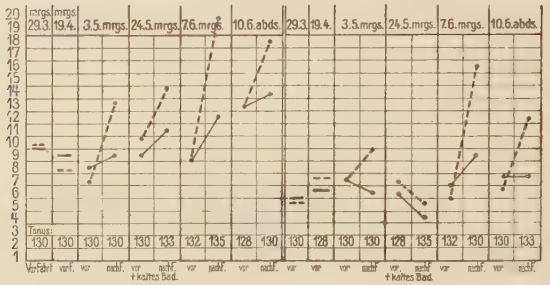
Nr. VI. 18 jähr. Feinmechaniker. Schmächtig, nervös, aus exquisit nervöser Familie. Respiratorische Arythmie. Tonus 137.

Nr. VII. 18 jähr. Geometer, etwas schmal, aber gut gebaut. Tonus 120.

Sämtliche Ruderer waren vorher von einem praktischen Arzt untersucht und für vollkommen gesund erklärt worden. Die Herzen kon-

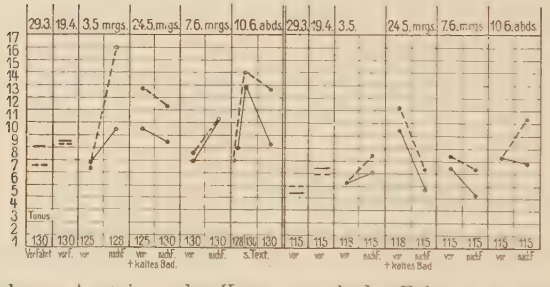
trollierte ich selbst, ohne irgendeinen wesentlichen abnormen Befund erheben zu können.

Kurve 2.



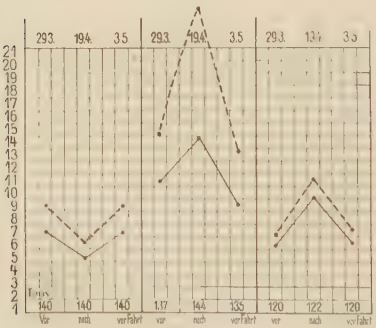
I. Überall kräftiges Ansteigen nach den Fahrten.
II. Im Beginn des Trainings leichtes Versagen. Im weiteren Verlauf jedoch gute Reaktion.

Kurve 3.



III. Fast durchweg Ansteigen der Kurven nach der Fahrtanstrengung. Nur am 24. V. Sinken: Fahrt u. kaltes Bad. Über die Spalte vom 10. VI. s. Text!
IV. Fast überall Sinken der Werte nach den Fahrten: Versager! Auch durch Frequenz des Pulses nur zum Teil Ausgleich!

Kurve 4.



Ruderer V, VI u. VII:
Nur 3 mal untersucht am 29. III. vor, am 19. IV. nach, am 3. V. vor einer Fahrt.

V. Versager! Hat Diphtherie überstanden, Irregularität des Pulses. Sinken des Wertes nach der Anstrengung.

VI. Die Normalwerte vom 29. III. und 3. V. sind stark verschieden. Pulsfrequenz steigt am 19. IV. sehr stark: Starke Nervosität.

VII. Normale Reaktion.

Nr. V, VI, VII schieden sehr bald vom eigentlichen Training aus und haben nur leichtere Übungsfahrten gemacht. Sie wurden (s. Kurve) am 29. März vor der Fahrt, am 19. April nach der Fahrt, am 3. Mai wieder vorher untersucht. Die so gewonnenen Kurven erscheinen nicht uncharakteristisch. Bei VI zeigen die beiden Werte vor der Fahrt einen Unterschied, der doch zu groß ist, um durch Versuchsfehler ganz erklärt werden zu können. Ferner zeigt die unter Frequenzberücksichtigung modifizierte Kurve bei der Messung nach der Fahrt (Mitte der Kurve) eine für die nicht übermäßige Anstrengung ganz auffallende Höhe. Beides dürfte seine Ursache in der erwähnten ausgesprochen nervösen Konstitution des jungen Mannes haben. Infolge hiervon kommt es schon unter normalen Verhältnissen zu leichten Schwankungen, und schon bei geringen Anstrengungen spornen die sehr lebhaft empfundenen Reize die Kreislauforgane gleich zu überreichlicher Tätigkeit an.

Bei VII scheinen ungefähr normale Verhältnisse vorzuliegen. Hingegen finden wir bei V zwar eine vollkommene Gleichheit der beiden Werte vor der Fahrt, dagegen ein beträchtliches Absinken des Wertes nach der Fahrt (Mitte der Kurve). Es ist sehr naheliegend, dies mit den Schädigungen in Zusammenhang zu bringen, welche die Diphtherietoxine hier offenbar dem Herzmuskel zugefügt haben, und die sich zunächst lediglich in der Irregularität geäußert hatten. Schwerere subjektive Erscheinungen zeigten sich bei keinem; der Tonus zeigte nur bei VI eine geringe Steigerung von 5—8 mm Hg. (Bei V und VI wurde der Urin untersucht, für Nephritis bot sich jedoch keinerlei Anhaltspunkt.)

Wesentlich mehr ist aus den Kurven von I, II, III, IV zu ersehen. In denselben bedeutet der horizontale Strich in den beiden ersten Spalten nur eine Untersuchung. In den späteren Spalten sind in der Regel zwei Untersuchungen verzeichnet, je durch einen Punkt, und die Zeit die dazwischen liegt entspricht jedesmal einer Ruderfahrt. Die „Normalwerte“ vom 29. März und 19. April zeigen ziemliche Schwankungen, wie sie teils durch technische Fehler, teils aber durch äußere Umstände zu erklären sind, wie sie bei Männern, die im Beruf tüchtig körperlich zu arbeiten (I, III, IV) und zum Bootshaus einen beträchtlichen Weg zurückzulegen haben, leicht bestehen können, und die anamnestisch nicht so genau präzisiert werden können. Auch herrschten an den verschiedenen Tagen verschiedene Temperaturen, insbesondere am 29. März war ein sehr frischer Morgen. Bei IV dürfte auch Labilität der Vasomotoren im Spiel sein. Weiterhin zeigen die Werte vor den Fahrten, vom 3. Mai, 24. Mai, 7. Juni, 10. Juni, die also denen vom 29 März und 19. April entsprechen, bei II eine ziemliche Konstanz, bei I, III, IV am 24. Mai eine beträchtliche Erhöhung. Dieselbe ist sehr wohl zu erklären; die Betreffenden hatten nämlich an diesem Tag, als ich zur Messung kam, bereits eine Fahrt hinter sich, die ungefähr der halben sonst üblichen Strecke entsprach! Am 7. Juni hat I ebenfalls einen erhöhten Anfangswert, wohl durch anstrengende Arbeit tagsüber zu erklären. Die vom 7. Juni sind nebenbei die einzigen Messungen, die abends stattfanden, alle übrigen wurden früh morgens vorgenommen. In geringerem Maß ist eine Erhöhung des Anfangswertes vom 7. Juni auch

bei IV und II zu konstatieren; auch sie haben körperlich anstrengende Arbeit den Tag über geleistet. Für die Annahme, daß das Training im Verlaufe der Wochen den Normalwert wesentlich geändert hätte, scheint kein genügender Grund vorzuliegen.

Nun zur Beurteilung der Kurven: Am 3. Mai zeigen sämtliche einen Aufstieg, mit Ausnahme von III. Am 24. Mai zeigt nur I einen Aufstieg, alle anderen sinken, selbst unter Mitberechnung der Frequenz. Es wurde an diesem mehr als sonst gefahren, fast das Anderthalbfache der gewöhnlichen Strecke; außerdem kam noch etwas Besonderes hinzu. Die Teilnehmer mußten im Schweiß gebadet plötzlich ins kalte Wasser springen, um ihr Boot vor einer Kollision zu retten. Subjektive Beschwerden stellten sich anschließend keine ein. Bermerkenswert war bei IV, weniger stark auch bei II, die Akrocyanose der Arme und leichtes Frieren, bei I ganz geringe Inäqualität des Pulses.

Ganz im Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse vom 7. Juni. Obwohl früh morgens, war es schon drückend heiß, dabei die Luft sehr feucht. Die Fahrstrecke war die übliche, dagegen das Tempo noch mehr forciert als sonst; alle 4 Ruderer boten nach der Vollendung der Strecke das Bild sehr starker Erschöpfung, die Bewegungen waren langsam und schlaff; die Leute äußerten kaum etwas, die geschwollenen Arterien pulsierten mächtig, die Gesichter schienen etwas eingefallen und wie leicht verzerrt durch beginnende Mitbetätigung der Atmungshilfsmuskulatur im Gesicht, die Mund- und Nasenöffnung erweitert, die Stimmung war wie gereizt. Alle gaben an, sie seien äußerst erschöpft. Mit Ausnahme von IV zeigt jedoch die Kurve überall einen Anstieg.

Die Kurve vom 10. Juni abends zeigt etwas Besonderes bei I insofern, als sie in toto ziemlich hoch liegt, vermutlich aus früher angeführten Gründen. Der Anstieg selbst ist gering. Es wurde an diesem Abend nicht die ganze Strecke gefahren, sondern mehr geübt und kleinere Strecken im Renntempo zurückgelegt. Bei II ist kaum eine Veränderung eingetreten, von der Frequenzsteigerung abgesehen, bei IV sinkt, wie meistens, auch diesmal die Kurve, wenn auch nur minimal. Besonderes Interesse verdient aber III. Bei ihm fanden an dem Tag 3 Messungen statt, die erste gleich nach seiner Ankunft im Bootshaus. Hierauf betätigte sich der Ruderer an einer Pumpe, die Wasser aus dem Fluß ins Bootshaus schafft, und nicht eben leicht zu bedienen ist. Er machte genau 1000 Pumpbewegungen, mit jedem Arm 500. Nun wurde er wieder gemessen, und der Wert war beträchtlich gestiegen. Bald darauf fand die Fahrt statt, und die dritte Messung ergab nun einen niederen Wert. Auch zeigten die Arme jetzt einen mäßigen Tremor und der Puls geringe Inäqualität.

Die Leute des Viererbootes haben inzwischen eine Regatta mitgemacht, und haben unter sehr bedeutenden Konkurrenten die zweite Stelle einnehmen können. Irgend etwas Ernsthaftes ist bei keinem der Teilnehmer vorgekommen.

Trotzdem bin ich geneigt, entsprechend wie bei den Läufern, anzunehmen, daß auf Grund der sphygmobolometrischen Ergebnisse bei I der kardiovaskuläre Apparat am besten funktioniert, nächstdem bei III

und II, am relativ schlechtesten bei IV. Welcherart die Minderwertigkeit ist, möchte ich wieder nicht entscheiden; möglich, daß eine vasomotorische Komponente auch eine Rolle dabei spielt.

Die nach der Frequenz modifizierten Kurven scheinen nicht viel Besonderes zu besagen..

Irgendwelche beträchtliche Tonusschwankungen vermochte ich nicht festzustellen.

Die Gewichte der 4 Trainierten, in Pfund ausgedrückt, waren folgende:

	17. April	7. Mai	20. Mai	30. Mai	5. Juni
I.	152	149	147	145	145
II.	122	120	119	119	118,5
III.	167	165	164	162	162
IV.	150	149	148	150	150

Da der Alkohol zweifellos, in genügendem Maß genossen, auch Herz- und Gefäßwirkungen hat, benützte ich eine Gelegenheit, um vier Studenten vor und nach einer sehr ausgiebigen Zecherei zu untersuchen. Die hierbei konsumierten Alkoholmengen waren derart, daß ich die zweite Messung ohne Beihilfe eines Dritten und Vierten hätte garnicht ausführen können, und daß die Untersuchten anderntags bestimmt glaubten, nur einmal gemessen worden zu sein, und meine gegenteilige Versicherung unumstößlich als Spott ansahen. Da die Resultate ziemliche Gleichmäßigkeit zeigen, stehen sie doch wohl in ursächlichem Zusammenhang mit dem exorbitanten Alkoholgenuß (ca. 2—3 Liter Maibowle pro Kopf).

I.	Vorher	6,87	qcm,	Puls	104;	nachher	6,42	qcm,	Puls	120
II.	„	7,49	„	„	84;	„	6,87	„	„	96
III.	„	8,77	„	„	84;	„	6,42	„	„	96
IV.	„	10,5	„	„	84;	„	9,16	„	„	130

Es ist überall eine Verkleinerung des zweiten Wertes zu konstatieren; vielleicht bildet sie einen Ausgleich gegenüber der durch das Alkoholgift ausgelösten an und für sich unzweckmäßigen Frequenzsteigerung.

Nur kurz sei bemerkt, daß ich in einigen Fällen verschiedene Stunden nach starkem Kaffee-, Tee- und Nikotingenuß, ebenso auch manchmal nach mäßigem oder mittelstarkem Alkoholgenuß beträchtliche Steigerung der bolometrischen Werte fand.

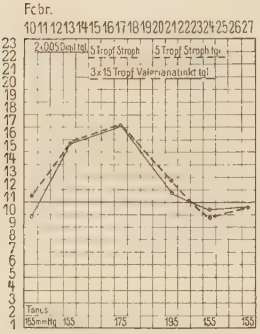
Eindeutiger und klarer erscheinen die Kurven von pathologischen Fällen, die ich in einem größeren Krankenhaus zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Zuerst will ich auf die einfachsten und typischsten eingehen:

Frau G., 47 jähr., 44 kg schwer. Klinische Diagnose: Aorteninsufficienz und -stenose, dekompensiert. Ödeme, Cyanose, Albumen positiv, vereinzelte Zylinder.

Behandlung: Zunächst nur Ruhe. Dann 11.—14. Februar 2 mal täglich 0,05 Digitalis in Pillen und 2 mal 0,5 Diuretin. 15.—17. Februar 5 Tropfen Strophantus täglich. 20.—23. Februar ebenso. Daneben 15.—24. Februar 3 mal täglich 15 Tropfen Valerianatinktur.

Kurve 5.



Frau G. Aorteninsufficienz- und Stenose. Digitalis, Strophanthus und Valeriana. Digitaliswirkung durchaus charakteristisch; energischer Anstieg.

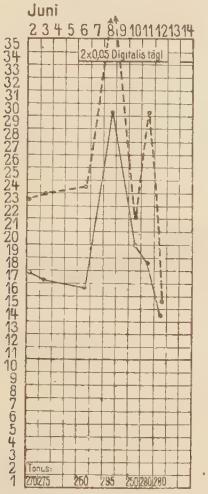
Das Emporsteigen der Kurve unter der Digitaliswirkung ist überaus deutlich, während die kleineren Strophantusdosen und die Valerianatinktur keinen so deutlichen Effekt zeigen. Es sei gleich hier betont, daß dieser Anstieg der Kurve keineswegs ein bloßer Ausdruck der Tonussteigerung sein kann. Zum Teil mag diese sicher mitwirken; daß bei erhöhtem Druck die Arbeitsleistung steigt, sofern alle übrigen Verhältnisse gleich bleiben, ist klar. Es kann aber auch der Druck steigen, und dabei andere Qualitäten des Pulses, wei Volumen oder Stromgeschwindigkeit, abnehmen, so sehr, daß die Drucksteigerung dadurch nicht bloß ausgeglichen — dann bliebe der bolometrische Wert gleich —, sondern sogar überkompensiert wird, und ein Sinken des Wertes eintritt. Daß dies letztere in gewissem Umfang nicht ganz auszuschließen ist, zeigt der vorliegende Fall sehr deutlich. Es betrug nämlich der Tonus nach Riva Rocci gemessen am 10. Februar 165, am 13. Februar 155, am 17. Februar 175, am 21. Februar 195 mm Hg! Am 24. Februar 155, am 27. Februar 155 mm Hg. Es fanden also starke Tonusschwankungen statt, wie es ja bei Digitalisdarreichung bekannt ist, aber ihr Maximum fällt keineswegs mit dem Höhepunkt der bolometrischen Kurve zusammen, sondern fällt auf einen Tag, da diese schon wieder einen Durchschnittswert erreicht hatte.

Die Patientin verließ sehr früh, leidlich kompensiert, das Krankenhaus.

Frau R., 41 jähr., 60 kg schwer. Klinische Diagnose: Nephritis chronica interstitialis. Herz stark dekompensiert, Ödeme, Cyanose. Tonus 275 mm Hg. Erhält vom 4. Juni ab 2 mal 0,5 Diuretin täglich, vom 6. Juni ab 2 mal 0,05 Digitalis. Sofort setzt ein gewaltiges Emporschnellen der Kurve ein bis zu ganz gewaltigen Werten. Die ganze Kurve liegt sehr hoch, natürlich infolge des mächtig gesteigerten Tonus. Auffallend rasch tritt wieder ein Sinken ein, wahrscheinlich kein gutes Zeichen für das maximal dilatierte und hypertrophische Herz. Leider verließ die Patientin das Krankenhaus viel zu früh. Der Tonus hatte sich hier einigermaßen parallel mit der bolometrischen Kurve gehalten,

sein Maximum fiel auch auf 8. Juni, doch war er auch da kaum 20 mm Hg höher als bisher, eine Differenz, die zur Erklärung des Anstiegs der bolometrischen Kurve nicht annähernd ausreichen würde.

Kurve 6.



Frau R. Interstit. Nephritis. Herzdekompensation. Gewaltiger Anstieg, aber rasches Sinken nach Digitalis. Tonus hier annähernd parallel, aber keineswegs zur Erklärung der Schwankungen genügend.

Kurve 7.

B. Lebercirrhose, maximale Herzdekompensation: Trotz Digitalis rasches Sinken der Kurve u. Exitus. Klinischer Verlauf ganz parallel der Kurve.

B., 48jähr., 82 kg schwer. Klinische Diagnose: Hämochromatose, Cirrhosis hepatis. Maximal dekompensiertes Herz. Sehr starke Ödeme, Albumen +.

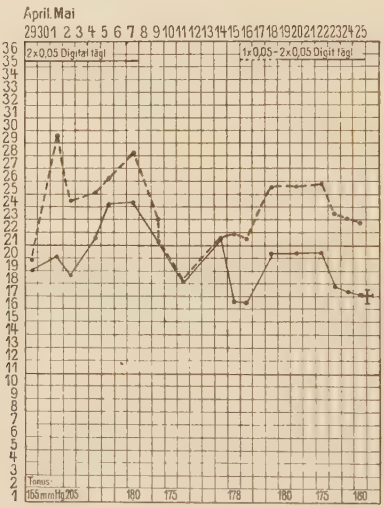
Seit 14. Juni 3 mal 0,05 Digitalis täglich. Am 19. Juni hochgradiges Zunehmen von Ödemen und Cyanose. Trotz fortgesetzter Digitaliszufuhr starkes Sinken der Kurve. Tonus am 15. Juni 180, am 16. 170, am 17. 140, am 19. 170, am 20. 170 mm Hg. In der Nacht vom 20. auf 21. Juni plötzlicher Exitus.

Frau H., 55 jähr., 63 kg. Klinische Diagnose: Nephritis interstitialis chron., Hypertrophie und Insufficienz des Herzens. Cyanose, Ödeme, mäßige Dyspnoe. Albumen +, Zylinder vorhanden.

Die Kurve ist sehr instruktiv. Es wird am 28. April 0,05 Digitalis gegeben, von da ab 2 mal 0,05 täglich bis 7. Mai. Entsprechend sehen wir einen energischen Anstieg. Aber, sowie mit Digitalis ausgesetzt wird, sinkt die Kurve sofort wieder herunter, und gerät nach nochmaliger geringer Erhebung ziemlich tiefer herunter, als sie zu Anfang gewesen. Am 16. und 17. Mai wurde wieder eine, von da ab ununterbrochen 2 Pillen à 0,05 Digitalis gegeben. Bald zeigt sich auch wieder der Anstieg — derselbe reicht aber lange nicht mehr in die alte Höhe;

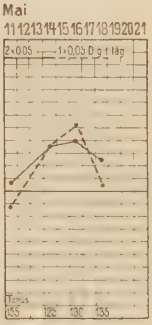
einige Tage vermag sich die Kurve so zu halten, dann aber erfolgt, trotz ganz gleich bleibender Medikation, ein beträchtlicher und fortgesetzter Abstieg. Am 25. Mai wurde die Patientin morgens tot im Bett gefunden. Die Sektion bestätigte die klinische Diagnose; irgendein Grund für den plötzlichen Tod ließ sich nicht finden, Embolie oder ähnliches lag sicher nicht vor, man muß wohl ein plötzliches Versagen des in allen seinen Reserven aufs äußerste erschöpften Herzens annehmen. Es ist von Interesse, einige Notizen aus der Krankengeschichte zu berücksichtigen. Außer Digitalis wurde während der ganzen Behandlungsdauer Diuretin gegeben. Am 7. Mai ist nun notiert, daß ausgezeichnete Diurese eingesetzt hat, und der Gesamtzustand sehr stark gebessert ist. Am 15. Mai heißt es: dauerndes Wohlbefinden, darf auch schon etwas aufstehen.

Kurve 8.



Frau H. Typische Digitaliswirkung: zwei Erhebungen, die zweite ziemlich schwächer, trotz gleicher Dosen Digitalis und klinisch recht gutem Befund! Senkung und plötzlicher Exitus!

Kurve 9.



Frau B. Lebercirrhose mit Herzdekompensation. Ziemlich typischer Anstieg nach Digitalis.

16. Mai: Diurese ungenügend, daher wieder Digitalis neben Diuretin gegeben. Für die nächstfolgenden Tage bis zum Tod lautet es: Beste Diurese, nach wenigen Tagen Ödeme weg, Wohlgefühl, Patientin will heim. In der Tat sollte sie am 25. Mai entlassen werden. Wie man sieht, machte der Fall klinisch gar keinen ungünstigen Eindruck, Herz und Nieren schienen prompt zu reagieren, der ganze Verlauf schien aussichtsreich und der Besserung zugehend. Die sphygmobolometrische Kurve hätte hier vielleicht einen Fingerzeig nach anderer Richtung geben können. Betreffs des Tonus gilt dasselbe wie bei den früheren Fällen. Er schwankte, aber keineswegs konform mit unserer Kurve. Ganz zu Beginn betrug er 165 mm Hg, am 2. Mai über 200, dabei ist

die Kurve an diesem Tag noch ganz nieder; späterhin hält er sich auf 175—180, und beträgt noch am 25. Mai, dem Tage vor dem Tode, ebensoviel.

Eine kurze, aber doch auch anschauliche Digitaliskurve bietet der Fall B.

Es handelt sich um eine Lebercirrhose mit geringer Herzdekompensation. Patientin bekam bis 14. Mai 2 mal 0,05, von da ab 1 mal 0,05 Digitalis täglich. Man sieht einen nicht sehr starken, aber doch deutlichen Anstieg der Kurve mit anschließender mäßiger Senkung. Leider verließ die Patientin das Krankenhaus bereits am 19. Mai. Der Tonus zeigte auch wieder mäßige, für die Kurve uncharakteristische Schwankungen.

Es folgen nun zwei Fälle ohne Digitalisbehandlung:

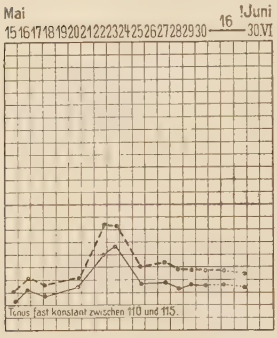
Sch., 17jähr. Klinische Diagnose: Polyserositis, Ergüsse in allen Höhlen, besonders starker Ascites, allmählich auch Beinödeme. Keine Dyspnoe, keine Cyanose. Kein abnormer Herzbefund.

Da ich mich vor der Untersuchung der Fälle, um sicher vorurteilsfrei zu bleiben, absichtlich einer genaueren Untersuchung und Orientierung über den klinischen Befund enthielt, glaubte ich zunächst einen Herzfall vor mir zu haben; es stellte sich auch nach einigen Tagen eine geringe Erhebung der Kurve ein, die aber bald wieder verschwand, um einem dauernd gleichförmigen Verlauf Platz zu geben. Die in größeren Zeitabständen wiederholten Versuche ergaben ganz ähnliche Werte. In der Tat hatte der Patient nie Digitalis bekommen, hingegen dauernd Diuretin und Theocin. Das Ansteigen der Kurve war wohl lediglich durch die Bettruhe und die gesteigerte Diurese bedingt. Bemerkenswert ist das sehr konstante weitere Verhalten der Kurve. Die Diurese zeigt in der Tat vom 20.—24. Mai eine beträchtliche Steigerung. Strenge Bettruhe, Gleichbleiben des Krankheitsprozesses, gleichmäßige äußere Verhältnisse im Krankenhaus sind jedenfalls hierbei maßgebend gewesen.

W., 65jähr., 67 kg schwer. Klinische Diagnose: Carcinoma ventriculi mit Lebermetastasen. Starke Cyanose, Ödeme, Ascites. An Medikamenten wurde während der ganzen Behandlungsdauer abwechselnd Theocin und Diuretin gegeben. In der Krankengeschichte ist die Diurese zuerst als recht gut angegeben, Ödeme und Atemnot gingen wesentlich zurück. Gegen Ende jedoch nimmt beides trotz Fortsetzung der bisherigen Medikation wieder zu, die Diurese läßt nach, auch tritt in den letzten Tagen mehrmals Erbrechen nach der Mahlzeit auf. Auf seinen Wunsch hin mußte der Patient entlassen werden. Aus seinen eigenen Äußerungen konnte ich sicher entnehmen, daß der Patient, trotz einer anfänglichen Besserung, im ganzen einen Rückgang seines Zustandes empfand. Die Kurve ist offenbar nicht sehr charakteristisch und zeigt auffallend starke Schwankungen, für die ich im einzelnen keine besondere Erklärung zu geben vermag. Zum Teil war der Patient auf gewesen, was sicher sehr viel ausmachen kann. — Wesentlich aber ist, daß die Kurve in ihrem Gesamtverlauf eine Abwärtsbewegung aufweist, so daß man annehmen kann, daß dies durch die Abnahme des All-

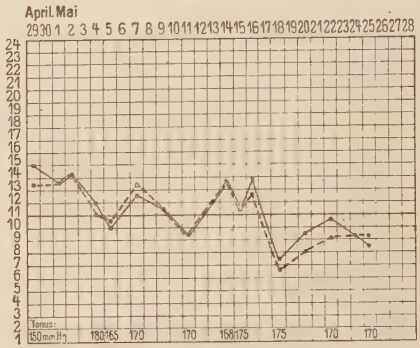
gemeinzustandes und damit auch der Kreislaufkräfte verursacht ist. Der Tonus ist wieder sehr wechselnd; er war im Beginn 150 mm Hg, betrug am 4. Mai 180, am 5. Mai 165, später, bis zur letzten Untersuchung 170—175.

Kurve 10.



Frau Sch. Polyserositis. Bettruhe, Diuretika, Milchdiät: Kräftige Erholung, sodann sehr schöne Konstanz, infolge Konstanz aller äußeren Verhältnisse.

Kurve 11.

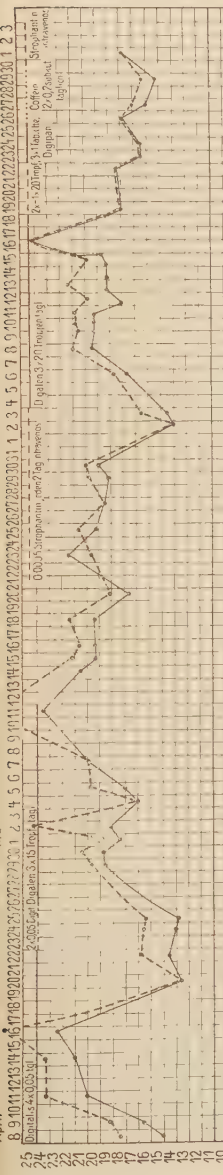


W. (Carcinoma ventriculi). Nicht eindeutig charakteristisch! Unsicher erklärte, starke Einzelschwankungen. Aber deutliche Gesamttendenz abwärts. Letzteres dem klinischen Befund entsprechend. Erhielt dauernd Diuretika.

Viel schöner präsentiert sieh wieder die Kurve von Frau Sch., die ich während einer Zeit von über 12 Wochen untersuchen konnte. Klinische Diagnose: Nephritis interstitialis chronica, Herzdekompensation. Ziemliche Beinödeme, mäßige Cyanose und Dyspnoe. Albumen +. Granulierte und hyaline Zylinder. Gewicht 65 kg. Diuretin und Theocin wurden, wenige Tage ausgenommen (23. —, 25. und 26. April), von Anfang der Behandlung bis 29. Mai, dann wieder von 4. — 24. Juni gegeben.

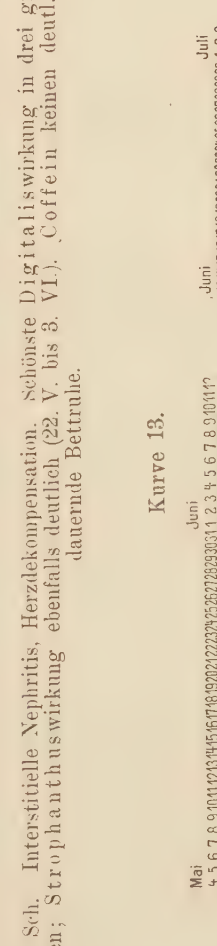
Digitalis wurde verabreicht zuerst in Form von Pillen à 0,05 Digitalisblätter, vom 7. — 22. April 4 Pillen täglich. Man sieht sofort eine umfangreiche Erhebung der Kurve mit bald folgendem Abfall, wie wir es nun schon öfters gefunden haben, doch folgt nach dieser ersten Kraftanstrengung bald wieder der Ansatz zu einer erneuten solchen. Am 23., 24., 25. April tritt Erbrechen auf, es werden bloß noch 2 Pillen gegeben, offenbar genügten sie aber nicht ganz, um das Herz auf dieser Höhe der Leistung zu halten, so bekam die Patientin vom 26. April bis 11. Mai 3 mal täglich 15 Tropfen Digalen per os. In langsamer, wie ruckweise erfolgender Aufwärtsbewegung erreicht hierdurch die Kurve wieder die Höhe der ersten Zacke, übertrifft sie sogar noch ein wenig, zeigt aber nach Aussetzung des Mittels sehr bald wieder eine, wenn auch nicht sehr starke Tendenz nach abwärts; die Nachwirkung der Digitalis ist also noch zu erkennen. Nachdem nun klinisch anfangs ziemliche Besserung eingetreten war, verschlimmerte sich der Zustand nach Weglassen der Herzmittel wohl rasch wieder, so daß am 22. Mai eine Venaesectio nötig wurde. Vom 21. Mai ab wurde außerdem jeden

zweiten Tag 0,0005 „Strophantin Böhringer“ intravenös injiziert, und zwar bis zum 3. April einschließlich; die Wirkung ist deutlich erkennbar, wenn auch lange nicht so stark wie bei Digitalis. Nach ca. 8 Tagen zeigt sich trotz fortgesetzter Einverleibung ein ziemliches Sinken, und dann wieder ein erneuter Anstieg. Vom 3. — 18. Juni wurde wieder



Frau Sch. Interstitielle Nephritis, Herzdekompensation. Schönste Digitaliswirkung in drei großen Erhebungen; Strophanthuswirkung ebenfalls deutlich (22. V. bis 3. VI.). Coffein keinen deutl. Effekt; — dauernde Bettruhe.

Kurve 13.



K. (Adipositas mit minimaler Herzdekompensation). Atypische Digitaliskurve. Starke Einzelschwankungen, zu erklären durch unruhiges Temperament und verschieden starke vorhergegangene Muskelaktion. Alle Höhepunkte fallen auf Nachmittagsuntersuchungen, wenn der Patient immer außer Bett, z. T. im Freien gewesen war.

Digalen per os gegeben, 3 mal täglich 20 Tropfen, am 19. Juni 2 mal 20 Tropfen, und am 20. und 21. Juni 1 mal 20 Tropfen. Wieder erfolgt ein energischer Anstieg, der zuletzt sogar beide frühere etwas übertrifft, dann sinkt die Kurve wieder in mäßigem Grade, hält sich noch auf ordentlicher Höhe während der verringerten Digitalisdarreichung, und zeigt dann weitere Abwärtstendenz. Am 20. Juni war wieder Erbrechen aufgetreten. Nach einem Tag Pause (22. Juni) wurde 3 Tage lang (23., 24., 25. Juni) 3 mal täglich 1 Tablette Digipan gegeben, und nunmehr, vom 26. Juni ab. 2 mal täglich 0,2 Coffein subkutan injiziert. Es konnte jedoch hierdurch offenbar nur einem stärkeren Abfall der Kurve vorgebeugt werden, sehr stark ist die Wirkung auf das erschöpfte Herz nicht. Am 1. Juli morgens wird daher wieder mit intravenöser Strophantininjektion begonnen (0,0006 mg). Ein leichter Anstieg quittiert sofort den neuen Reiz.

In mehrfacher Wiederholung führt uns hier die bolometrische Kurve die Wirkung der Digitalis vor Augen, so daß über den direkten Kausalzusammenhang kaum ein Zweifel sein kann.

Der Tonus verhält sich wieder ganz ähnlich wie bei den früheren Digitalisfällen; er schwankt zwar, zum Teil nicht unerheblich, zwischen 140 und 180 mm Hg, aber die Schwankungen gehen durchaus nicht der Kurve parallel. So betrug der Tonus am 8. April 180 mm Hg, also der höchste Wert, der während der 12 Wochen überhaupt gemessen wurde, sank hingegen am 11. April auf 175, am 14. und 16. April, den Höhepunkten der Kurve, auf 155 und 165. Zwischen 20. und 25. April schwankte er zwischen 145 und 165, war am 30. April 165, am 2. Mai aber 180, obwohl hier die Kurve wieder im Sinken war. Weiterhin bewegte er sich bis 20. Juni zwischen 150 und 160, wobei wieder gerade der niederste Wert, 140, auf einen Höhepunkt der Kurve (25. Mai) entfiel. Erst in den letzten 10—12 Tagen stieg er wieder ab und zu bis 175 an.

Die nach der Frequenz modifizierte Kurve zeigt wieder nicht viel Bemerkenswertes. Gegen Ende bewegt sie sich ganz gleichlaufend mit der Hauptkurve, d. h. die Pulsfrequenz betrug dauernd 72.

Um eine kritische Beurteilung der sphygmobolometrischen Leistungen zu ermöglichen, ist es jedoch nötig, auch Fälle mitzuteilen, deren Kurven weniger typischen und eindeutigen Verlauf aufweisen. Ein Repräsentant dieser Art ist der folgende Fall:

K., 51 jähr., geringe Herzdekompensation durch Adipositas und früheren Potus. Leichte Ohnmachtsanfälle, Schwindel; leicht kurzatmig bei geringer Anstrengung, keine Ödeme, keine Cyanose. Gewicht 107 bis 99 kg (Entfettung). Tonus 115—120. Patient bekam vom 4. bis 7. Mai täglich 2 g Bromopium. Vom 4. Mai bis 24. Juni täglich 20 Tropfen Dionin. Vom 11. Mai bis 24. Juni 2 mal Bromkali täglich. Wesentlichen Einfluß auf den Kreislauf dürften diese Medikamente kaum gehabt haben. Doch wurde ferner gegeben am 6. Mai 2 mal 0,05 Digitalis, vom 7.—11. Mai 3 mal 0,05 Digitalis täglich, und von da ab während der ganzen Behandlungsdauer 1 mal täglich 0,05. Man sieht

aber an der Kurve nirgends einen typischen Anstieg, wie er sonst auf Digitalis immer gefolgt ist. Im Gegenteil, gleich in den ersten Tagen senkt sich die Kurve, um dann in ziemlich starker, anscheinend gesetzloser Unregelmäßigkeit weiter zu verlaufen. Man muß annehmen, daß die Fingerhutblätter auf das Herz dieses Patienten keine wesentliche Wirkung entfaltet hat. Die Unregelmäßigkeiten sind zum großen Teil dadurch zu erklären, daß in den Fällen, wo ein höherer Wert gefunden wurde, mehr körperliche Bewegung vorhergegangen war. Der Patient hatte ein nervöses Temperament und zeigte sehr viel motorische Unruhe, selbst bei Bettruhe; ferner ist in Betracht zu ziehen, daß ein Teil der Messungen früh morgens, ein anderer Teil nachmittags oder gegen Abend vorgenommen wurde. Nachmittags war der Patient aber in der Regel schon außer Bett, vielfach auch im Freien gewesen. Das Maß der im einzelnen Falle geleisteten Muskelarbeit war daher kaum kontrollierbar, sicher aber ein beträchtlich verschiedenes, insbesondere nachmittags oft ein gesteigertes. Dazu würde recht gut stimmen, daß an allen den Tagen, an welchen die Kurve einen hohen Wert angibt, so am 22. Mai, am 8., 13. und 27. Juni, nachmittags untersucht worden war.

Der Tonus hat während der ganzen Zeit unerheblich geschwankt, zwischen 115 und 123. Klinisch ist das Befinden des Patienten gut, die auf den Kreislauf weisenden Beschwerden sind fast gänzlich geschwunden, von Dekompensation kann keine Rede mehr sein, und die Behandlung erstreckt sich fast nur noch auf die Adipositas.

IV.

Um pathologische Verhältnisse beurteilen zu können, sollte man eigentlich die normalen schon genau kennen. In der Tat ist aber schon oft die Pathologie der Physiologie vorangegangen. So stößt man auch bei der Aufstellung von sphygmobolometrischen Normalwerten auf entschiedene Schwierigkeiten. Immerhin können wir ein paar kleine Reihen von Messungen mitteilen, die an denselben Personen im Lauf von 2—5 Monaten gemacht wurden, freilich unter guten, gleichbleibenden äußeren Umständen, und die eine recht schöne Konstanz aufweisen.

I. 39jähr., Gewicht 60 kg. Zeitraum 5 Monate: 10,8 gcm — 12,3 gcm (tags zuvor reichlicher Biergenuß, Sonntag!), — 11,7 gcm — 11,16 gcm — 11,6 gcm — 11,6 gcm.

II. 26jähr., Gewicht 78 kg. Zeitraum 2 Monate: 8,4 gcm — 8,5 gcm — 8,3 gcm — 8,4 gcm.

III. 25jähr., Gewicht 68 kg. Zeitraum 5 Monate: 9,6 gcm — 9,2 gcm — 9,8 gcm — 8,9 gcm — 9,2 gcm.

IV. 25jähr., Gewicht 60 kg. Zeitraum 5 Monate: 6,8 gcm — 6,36 gcm — 8,18 gcm — 8,9 gcm (vorhergehende Nacht nur $2^1/_2$ Stunde geschlafen, lange Bahnfahrt!) — 6,2 gcm.

Wie man sieht, finden sich, abgesehen von den beiden wohlmotivierten Ausnahmen, keine erheblichen Schwankungen.

Andererseits aber finden sich dann selbst bei einer an Alter und Beschäftigungsart so gleichmäßigen Menschenklasse, wie Studenten, unter den einzelnen Individuen ganz beträchtliche Unterschiede. Auf Grund von Messungen an 50 Studenten möchte ich die Grenzen des Normalen auf ca. 6 nach unten, auf ca. 13—14 nach oben festlegen. Es bestehen hier also Unterschiede von über 100%! Bei älteren und kräftigeren Personen steigen die Normalwerte bis auf 15, bei jüngeren und weiblichen sinken sie bis auf 5 und $4^1/_2$; Kinder habe ich bisher keine untersucht.

Wie sehr aber auch die Werte beim gleichen Individuum schwanken können, ohne daß irgend etwas Pathologisches erkennbar vorliegt, zeigten mir die Erfahrungen an 20 Studenten. Dieselben zeigten bei zwei im Laufe des Frühjahrs vorgenommenen Messungen ziemlich konstante Werte; dagegen fanden sich das dritte Mal, an einem extrem schwülen und drückend heißen Sommerabend, bei 16 von den 20 Steigerungen um 1, 2, ja selbst 2,5 gcm! Nicht nur mir, sondern auch den Untersuchten, fast durchweg Nichtmedizinern, fiel bei der Untersuchung die enorm strotzende Füllung der Armvenen auf, eine Erscheinung, die wohl im Zusammenhang mit der Ursache der Erhöhung unserer Werte stand. An die oben berührte Wirkung von Alkohol, Kaffee, Tee und Nikotin bei Gesunden sei hier nochmals kurz erinnert.

Im folgenden möchte ich noch aus der beträchtlichen Anzahl von Einzelmessungen einiges anführen:

Die höchsten Werte überhaupt fanden sich bei interstitiellen Nephritiden mit starker Hypertonie, ohne Zweifel infolge der letzteren und der dabei auftretenden gewaltigen Herzhypertrophie.

Frau Z., 63jähr., Gewicht 46,5 kg. Tonus 230 mm Hg, 41,3 gcm.

Frau K., 67jähr., Gewicht 49 kg. 3 Messungen in 8tägigen Intervallen. Tonus 220 mm Hg, 22,05 gcm; Tonus 225 mm Hg, 24,9 gcm; Tonus 225 mm Hg, 24,8 gcm.

H., 51jähr., 60 kg, 2 Messungen in 2tägigem Intervall. Tonus 205 mm Hg, 31,0 gcm; Tonus 215 mm Hg, 28,8 gcm.

M., 60jähr., 55 kg, 3 Messungen in mehrtägigen Intervallen. Tonus 205 mm Hg, 26,5 gcm; Tonus 145 mm Hg! 24,75 gcm; Tonus 195 mm Hg, 23,5 gcm!

K., 59jähr., 81 kg., arteriosklerot. Schrumpfniere. Tonus 195 mm Hg, 18,2 gcm.

R., 58jähr., 58 kg, Tonus 200 mm Hg; 20,7 gcm.

Demgegenüber fanden sich die allerniedrigsten Werte bei äußerst dekompensierten Herzkranken; es war in solchen Fällen mehrmals überhaupt gänzlich unmöglich, einen bolometrischen Wert

zu gewinnen, da der Petroleumindex statt eines Ausschlags nur ein unregelmäßiges, nicht meßbares Zittern aufwies.

Nächst den chronisch interstitiellen Nephritiden erreichen Fälle von Arteriensklerose, zumal natürlich, wenn mit arteriosklerotischer Schrumpfniere verbunden, die höchsten Zahlen.

Daß jedoch auch starke Hypertonie bestehen kann, o h n e daß besonders große bolometrische Resultate auftreten, zeigen folgende Fälle:

T., 47 jähr., 64 kg, Unfallneurotiker. Tonus 180 mm Hg, 9,0 gcm.

M., 71 jähr., 61,5 kg, Arteriosklerose und arteriosklerot. Schrumpfniere. Tonus 195 mm Hg, 10,08 gcm.

W., 60 jähr. 110 kg! Tonus 175 mm Hg, 11,12 gcm. Alle drei zeigten k e i n e Hypertrophie des Herzens!

Anschließend seien noch einige Fälle mit verschiedenen Affektionen des Kreislaufsystems angeführt:

W., 28 jähr., Aorteninsufficienz, gering dekompensiert. Tonus 122 mm Hg. Am 31. März 16,1 gcm, am 1. April 16,8 gcm.

M., 30 jähr., 63 kg., Aorteninsufficienz + Stenose, ganz leicht dekompensiert. Tonus 125 mm Hg, 8,4 gcm.

S., 34 jähr., 63 kg, Mitralinsufficienz, Stauungsalbumin. Tonus 130 mm Hg, 14,0 gcm.

F., 22 jähr., 65 kg, ganz leichte, beginnende Aorteninsufficienz. Tonus 130 mm Hg, 11,0 gcm.

W., 50 jähr., 65 kg., Asthmoide Zustände. Herz 1 Querfinger nach links dilatiert, nicht dekompensiert. Tonus 135 mm Hg, 7,6 gcm.

A., 60 jähr., 63 kg, dekompensierte Mitralstenose, Arteriosklerose, Cyanose, Dyspnoe. Tonus 150 mm Hg, 5,5 gcm.

K., 38 jähr., 68 kg, leicht dekompensierte Mitralinsufficienz. Tonus 120 mm Hg. Am 4. März 11,6 gcm; am 8. März 11,2 gcm.

R., 30 jähr., 54 kg, dekompensierte Mitralstenose, Cyanose, Ödeme. Tonus 115 mm Hg; 11,2 gcm.

S., 60 jähr., 65 kg, mäßige Arteriosklerose. Tonus 135 mm Hg, 14,46 gcm.

Es läßt sich vorerst noch nicht allzuviel feststellen aus dem Vorstehenden, wenn man vage Schlüsse vermeiden will. Hypertonie, Aorteninsufficienz steigert natürlich die Werte, Aortenstenose vermindert sie, Mitralfehler scheinen nichts Charakteristisches zu besitzen.

Noch viele und systematische Versuche mit dem Sphygmobolometer sind nötig, wenn man dasselbe ganz zuverlässig anwenden und die Resultate immer richtig beurteilen lernen will. Man weiß, welch zahllose Momente ganz physiologischerweise Tonus und Frequenz des Pulses verändern — warum sollte dasselbe nicht auch bei den vom Sphygmobolometer gemessenen Qualitäten der Fall sein. Stößt man daher auf Resultate, die man nicht gleich zu erklären vermag, so sind dieselben sicher weniger die Folge tech-

nischer Fehler, als der wirklichen Empfindlichkeit des Instrumentes, das eben Veränderungen nachweist, auf die wir nicht gefaßt sind, weil wir sie bisher nicht beobachten konnten. Stellen wir sie mit dem Sphygmobolometer regelmäßig fest, so wird auch die Ursache nicht mehr lange im Verborgenen bleiben.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Chef, Herrn Professor Dr. Nägeli, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die gütige Unterstützung bei meiner ganzen Arbeit.

Zusammenfassung.

Die Bolometerwerte schwanken bei völlig Gesunden individuell sehr erheblich, und es können Werte zwischen ca. 6 und 13—14 gcm festgestellt werden.

Der individuelle Wert wird aber in bemerkenswerter Konstanz monatelang beibehalten.

Indessen vermögen schon alltägliche physiologische Momente nicht unerhebliche Schwankungen herbeizuführen, die selbst dann in charakteristischer Weise mit dem Bolometer zum Ausdruck kommen, wenn andere Methoden keine Abweichungen verzeichnen. Deshalb vertieft und verfeinert die sphygmobolometrische Analyse erheblich unsere Kenntnisse über physiologische, aber auch über pathologische Veränderungen. Von Wert ist ganz besonders das Verfolgen der Werte über längere Zeit auf einer Kurve.

Bei physiologischen Anstrengungen (Dauerlauf, Rudern) sehen wir mäßigen Anstieg bei guter Arbeitsleistung, starken Anstieg bei großer Anstrengung, Abfall beim Versagen der Kräfte. Nach Genuß von Alkohol, Tee, Nikotin zeigen sich ähnliche Änderungen. In der Pathologie erhalten wir wichtige Ergebnisse über die Leistung des kardiovaskulären Apparates. Erfolgreiche Digitalistherapie ergibt Erhöhung des Sphygmobolometerwertes. Abnahme bedeutet Nachlassen der therapeutischen Wirkung. Für die Prognose können wertvolle Anhaltspunkte selbst dann gewonnen werden, wenn andere Methoden keine deutliche Änderung verzeichnen.

Literatur.

Sahli, Deutsche med. Wochenschr. 1907. — Deutsches Arch. f. klin. Med. 1912, 107, ebenda 1913, 112. — Zeitschr. f. klin. Med. 72 H. 1—2 und 74 H. 3—4. Korr. f. Schw. Ärzte 1911 p. 562.

Ligowetzki, Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 109.

Christen, Zeitschr f. klin. Med. 71 — Münchener med. Wochenschr. 1911 und 1912; — Verhandl. d. Kongr f. inn. Med. 1911.

Sahli u. Christen, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 73 u. 74; — Deutsches Arch. f. klin. Med. 109, 110 und 112.

Lebenslauf.

Ich, Karl Hartmann, bin geboren am 17. August 1889 zu Kirchheim u. T. als Sohn des Amtsrichters H. Hartmann und seiner Gemahlin Hedwig geb. Faber. Infolge der Beförderung meines Vaters zum Oberamtsrichter kam ich nach Riedlingen a. D., wo ich die evangelische Konfessionsschule und die Lateinschule durchlaufen habe.

Nach Erstehung des Landesexamens wurde ich im Spätjahr 1903 in das evangelisch-theologische Seminar zu Maulbronn aufgenommen und Herbst 1905 in das Seminar zu Blaubeuren versetzt. Im Jahr 1907 erlangte ich durch die Konkursprüfung die Berechtigung zum Eintritt in das evangelisch-theologische Seminar zu Tübingen, von der ich insofern Gebrauch machte, als ich von Herbst 1907 bis 1908 als Stiftler meiner Militärpflicht beim Infanterieregiment Nr. 180 in Tübingen genügte. Darauf faßte ich den Entschluß, dem Studium der Medizin mich zuzuwenden. In der Hauptsache habe ich zu Tübingen studiert, doch verbrachte ich vor der naturwissenschaftlichen Vorprüfung, die ich im Frühjahr 1911 in Tübingen bestand, ein Semester in Kiel und ein Semester in Berlin. Nach dieser Prüfung war ich je ein Semester an den Hochschulen zu München und Berlin. Die medizinische Staatsprüfung habe ich im Spätjahr 1913 in Tübingen erstanden, worauf ich im Januar 1914 als Medizinalpraktikant bei der medizinischen Poliklinik in Tübingen eintrat. Meine dortige Tätigkeit wurde bei Ausbruch des Kriegs am 1. August 1914 durch meine Einberufung zum deutschen Heer unterbrochen; jetzt befinde ich mich als Assistenzarzt bei dem 5. K. Württ. Feldlazarett in Senuc, Frankreich. Die Approbation als Arzt habe ich im August 1914 erlangt.